

## 비정상 스캔-만화 보정 시스템

\*김도영, 이상훈, Jadhav Sagar Vasant, \*\*유대걸, \*\*\*강호갑, \*이상훈

\*연세대학교, \*\*엠더블유스토리, \*\*\*디알엠인사이드

\*(tnyffx, crere, sagarjadhav, slee}@yonsei.ac.kr, \*\*ceo@mwstory.com, \*\*\*hgkang@drminside.com

## Abnormally Scanned-Comics Calibration System

\*Doeyoung Kim, Sang-Hoon Lee, Jadhav Sagar Vasant, \*\*Justin Daegull Ryu, \*\*\*Hogab Kang

and \*Sanghoon Lee

\*Yonsei University, \*\*MWstory, \*\*DRMinside

## 요약

최근 웹하드를 통하여 허가 받지 않고 불법적으로 생성된 디지털 콘텐츠에 대한 저작권 보호에 대한 문제가 대두되고 있다. 불법 만화 도서를 검색하고 식별하는 알고리즘 또한 만화 도서의 특성에 맞게 제작되어 만화 도서 이미지 간의 식별률을 높이고 있다. 특히 불법적으로 스캔된 만화 도서의 경우 식별을 위해 만화 도서 핑거프린트가 쓰이게 되는데, 스캔 과정에서 상하좌우가 정확히 맞지 않아 스캔본의 기하학적 특성이 만화의 원본과 달라지는 왜곡을 최대한 제거하여 만화 도서의 식별률을 높이고자 했다.

## 1. 서론

최근 스마트폰, 태블릿 PC 등의 스마트기기가 발달하여 이를 소비할 수 있는 미디어 콘텐츠가 증가하고 있다. 전자책, 이미지, 동영상 등 새로운 디지털 콘텐츠가 쏟아져 나오고, 이를 소비하는 속도 또한 빨라지고 있다. 스마트기기를 이용하여 디지털 콘텐츠에 대한 접근 및 소비가 더욱 용이해졌고, 스마트기기의 용량 또한 증가하여 대용량의 디지털 콘텐츠의 저장도 가능해졌다. 이러한 장점으로 인해 웹하드 등을 통하여 불법적으로 유통되는 디지털 콘텐츠를 스마트기기에서 사용하는 것이 가능해졌다.

만화 도서가 아닌 음악, 동영상 등에 디지털 콘텐츠에 대한 식별 기술은 현재 상용화되어 허가 받지 않은 콘텐츠에 대하여 유통을 금지시키고, 합법적인 콘텐츠를 소비할 수 있도록 유도하고 있다. 이와는 달리 아직 만화 도서에 대한 식별 기술은 상용화될 수 있는 수준에 이르지 못했다.

콘텐츠에 종류에 따라 특성이 다르고 형태가 다르기 때문에 음악, 동영상 콘텐츠와는 다른 특성을 가진 핑거프린트가 고려되어야 한다. 이미지의 연속으로 이루어진 만화의 경우 이미지를 이용한 핑거프린트 추출이 필요하다.

만화 도서에 대한 저작권 보호를 위해서는 먼저 불법적으로 업로드되는 만화 스캔본에 대한 식별이 필요하다. 식별 목적으로 원본 만화책을 최대한 깔끔하게 스캔하여 디지털 이미지로 저장한다. 생성된 이미지에 대하여 이미지의 특징점을 추출하여 기본적인 저작권 정보와 함께 데이터베이스에 특징점을 저장한다. 웹하드에 불법적으로 만화 도서 스캔본이 업로드되면 스캔본의 이미지에 대한 특징점을 추출하여 데이터베이스 내에 저장되어 있는 특징점 정보와 비교하여 업로드된 만화 스캔본이 어떤 만화 도서인지 식별한다.

하지만 불법적으로 유통되는 만화 도서 스캔본의 경우 여러 가지 왜곡에 의해 원본과는 비교가 어려울 정도로 이미지가 훼손되는 경우가 발생한다. 왜곡의 종류는 크게 스캐너 광원에 의해 일어나는 스캔본의 광도 왜곡과 잘못된 스캔으로 인해 발생하는 평행 이동, 회전, 휨 등의 기하학적 왜곡 두 가지 왜곡으로 나눌 수 있다.

특히, 기하학적 왜곡은 이미지의 형태를 변형시키므로 기존의 핑거프린트로 식별하는 것이 매우 어렵다. 이미지의 픽셀 값과 위치를 활용하는 핑거프린트는 위치가 완전히 변형되는 기하학적 왜곡에 취약할 수 밖에 없다. 단순한 크기 변화, 평행 이동에 대해서는 간단한 전처리 방법으로 해결할 수 있으나 회전, 휨 등의 복잡한 기하학적 변형에 대해서는 보정이 어렵다. 현재 핑거프린트 알고리즘에서는 이러한 보정 과정을 거치지 않으면 원본과 비교할 시 같은 콘텐츠임에도 불구하고 같은 만화 도서로 식별하지 못한다.

이러한 기하학적 변형에 의한 왜곡을 보정하여 원본과의 차이를 최소화하여 핑거프린트를 이용한 식별율을 높이는데 중점을 둔 전처리 방법을 이용한 비정상 만화 스캔본 보정 알고리즘을 제안한다.

## 2. 본론

기하학적 왜곡으로 인해 핑거프린트 식별이 어려운 이유는 픽셀의 위치가 달라지기 때문이다. 원본의 경우 최대한 깔끔하게 스캔하기 때문에 만화책이 완벽한 직사각형 모양을 이룰 수 있다. 하지만 일반 스캐너를 이용해서 만화책을 스캔할 때는 완벽히 깔끔하게 스캔하는 것은 매우 힘들다. 스캔할 때 생기는 여러 가지 왜곡의 종류를 몇 가지 종류로 나눠서 생각할 수 있는데, 이러한 왜곡의 종류에는 평행 이동, 크기 변화, 회전, 휨 등의 여러 가지 종류가 있다.

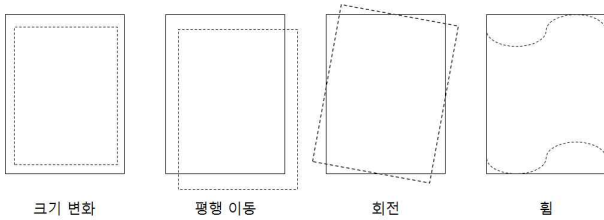


그림 1 여러 가지 변형 종류

이러한 여러 가지 변형에 대하여 대처하기 위해 역함 알고리즘이 쓰인다. 휩 변형에 의해 왜곡된 이미지를 반대로 다시 펴는 알고리즘인데, 휩 변형뿐만 아니라 모든 변형에 의한 왜곡을 보정할 수 있다. 역함 알고리즘을 적용하기 위해서는 이미지의 4개의 모서리의 좌표를 알아야 한다. 4개의 모서리의 좌표를 알고 있으면 4개의 좌표를 변환 행렬을 이용하여 선형적으로 직사각형을 이루는 4개의 좌표로 변환할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ w' \end{bmatrix} = mat \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

mat은 4x4 행렬

그림 2 변환 행렬

모서리 좌표를 그림 2의 오른쪽 벡터로 설정하고 변환 행렬을 곱하게 되면 그 결과로 변환된 왼쪽 벡터를 얻게 된다. 이러한 과정을 모서리 4개의 좌표에 대하여 연산한다. 이렇게 모서리 간의 관계를 표현한 변환 행렬을 이용하여 변형된 이미지를 정상적인 직사각형 모양의 이미지로 복원한다.

복원하는 과정에서 이미지의 크기가 확장되어 새로운 픽셀이 생성되는데, 이 픽셀에 대해서 값을 설정해주어야 한다. 이 때 이중 선형 보간법을 이용한다. 보간법이란 주위의 픽셀 값들을 이용하여 새롭게 생성된 픽셀 값을 계산하는 방법이다. 선형 보간법은 픽셀 변화가 선형적으로 일어난다고 가정하고 픽셀 값을 추정하는 것이다. 이중은 이미지가 2차원이므로 상하좌우의 픽셀들을 모두 고려하여 픽셀 값을 계산하는 것이다.

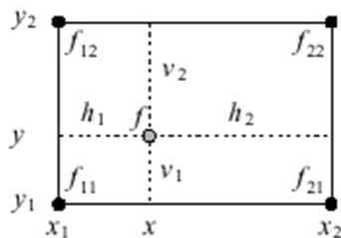


그림 3 이중 선형 보간법

그림 3과 같이 모서리 4개의 픽셀 값이 존재할 때 각각의 가중치를 주어 새로운 픽셀 값을 계산할 수 있다. 먼저 x 값에 의한 가중치를 계산해 보면 다음과 같다.

$$f(x_1, y) = \frac{v_1 f(x_1, y_2) + v_2 f(x_1, y_1)}{v_1 + v_2}$$

$$f(x_2, y) = \frac{v_1 f(x_2, y_2) + v_2 f(x_2, y_1)}{v_1 + v_2}$$

여기에 y 값에 의한 가중치까지 가한 최종적인 가중치는 다음과 같다.

$$f(x, y) = \frac{h_1 f(x_2, y) + h_2 f(x_1, y)}{h_1 + h_2}$$

$$= \frac{h_1 v_1 f(x_2, y_2) + h_1 v_2 f(x_2, y_1) + h_2 v_1 f(x_1, y_2) + h_2 v_2 f(x_1, y_1)}{(h_1 + h_2)(v_1 + v_2)}$$

### 3. 실험결과

본 시뮬레이션은 Intel i5-2500 CPU와 8GB의 RAM을 장착한 PC에서 Visual Studio 2010을 이용하여 실험되었다. 성능 평가를 위하여 핑거프린트는 [1]의 38차 핑거프린트를 이용하여 해밍 거리(Hamming distance)를 계산하였다. 인위적인 왜곡이 가해진 300장에 대하여 실험하였다. 실험 결과는 다음과 같다.

구분	왜곡 이미지	복원 이미지	처리 시간
해밍 거리	6.28비트/장	1.09비트/장	0.053초/장
오류율	26.267%	1.67%	

표 1 실험 결과

표 1에 나온 바와 같이, 복원 이미지는 왜곡 이미지와 비교하여 평균적으로 해밍 거리가 5.19비트만큼 감소했으며 오류율 또한 약 25% 정도 감소하였다. 보정 알고리즘을 이용한 처리 시간은 장당 0.053초로 매우 빠른 속도를 보였다.

### 4. ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 문화체육관광부 및 한국저작권위원회의 2014년도 저작권 기술개발사업의 연구결과로 수행되었음. (2013-book\_scan-9500)

### 5. 참고문헌

- [1] J. Lee, S. Lee, Y. Seo and W. Yoo, "Robust video fingerprinting based on hierarchical symmetric difference feature," in ACM international conference on inform. and know. manage., pp 2089-2092, 2011.